

**ANALISA PERUBABAHAN SETTING RELE JARAK AKIBAT PENGANTIAN
PENGHANTAR SUTT 150KV KLATEN-PEDAN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

oleh:

WAHYU PRASETYO

D400130069

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISA PERUBAHAN SETTING RELE JARAK AKIBAT PENGGANTIAN PENGHANTAR SUTT 150KV KLATEN-PEDAN

PUBLIKASI ILMIAH

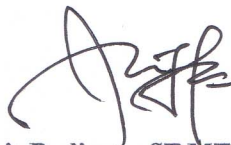
Oleh:

WAHYU PRASETYO

D 400 130 069

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing
acc 24/7-2017



Aris Budiman, ST.MT

NIK 885

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PERUBAHAN SETTING RELE JARAK AKIBAT PENGGANTIAN PENGHANTAR SUTT 150KV KLATEN-PEDAN

OLEH

WAHYU PRASETYO

D 400 130 069

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 27 juli 2017

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Aris Budiman, ST.MT

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Ir. Jatmiko, MT

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Agus Supardi, ST.MT

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 27 Juli 2017

Penulis



WAHYU PRASETYO

D400 130 069

ANALISA PERUBAHAN SETTING RELE JARAK AKIBAT PENGANTIAN PENGHANTAR SUTT 150KV KLATEN-PEDAN

Abstrak

Sistem transmisi merupakan bagian terpenting dari proses penyaluran listrik, sistem transmisi harus di rancang dengan mempertimbangkan berbagai aspek. Rele jarak (distance protection) sebagai Pengaman utama (main protection) dari sistem transmisi SUTT 150kV maupun SUTT 500kV. Rele jarak bekerja dengan mengukur tegangan dan arus lalu mengukur nilai impedansi. Perlindungan relai jarak (distance protection) dibagi menjadi beberapa daerah perlindungan menjadi zona 1, zona 2, dan zona 3. setting rele jarak (distance protection) sangat penting, dengan setting yang tidak sesuai dapat mengakibatkan rele gagal berfungsi. Perhitungan nilai setting impedansi KLATEN-PEDAN menggunakan kabel penghantar yang berbeda mendapat nilai setting impedansi yang berbeda pula. Berdasarkan prinsip kerja rele jarak dan penyetelan rele yang telah di terapkan di lapangan, maka metode yang di gunakan dalam analisa rele jarak saluran transmisi 150 KV KLATEN-PEDAN yaitu dengan mencari data parameter sumber, parameter trafo, dan kabel penghantar. Menggunakan kabel penghantar ACSR HAWK nilai setting impedansi yang di dapat yaitu zona 1 = $3.14 + j 18.52 \Omega$, zona 2 = $10.21 + 18.52 \Omega$, zona 3 = $23.97 + j 43.46 \Omega$, menggunakan kabel penghantar ACSR ZEBRA nilai setting impedansi yang didapat yaitu zona 1 = $0.38 + j 2.76 \Omega$, zona 2 = $1.24 + j 9.60 \Omega$, zona 3 = $2.91 + 21.13 \Omega$. Perbedaan nilai setting impedansi yang berbeda pada setiap penggunaan kabel penghantar, maka membutuhkan setting rele jarak (distance protection) yang berbeda pula .

Kata Kunci : rele jarak, penghantar , impedansi, transmisi

Abstract

The transmission system is the most important part of the electricity delivery process, the transmission system must be designed with consideration of various aspects. distance protection as the main protection of the transmission system SUTT 150KV and SUTT 500kv. Distance protection works by measuring voltage and current then measure impedance value. Protection of distance protection is divided into several protection areas into zones 1, zone 2, and zone 3. setting the distance release is very important, with inappropriate settings can cause the release fails to function. Calculation of KLATEN-PEDAN impedance setting value using different conductor cable gets different impedance setting value. Based on the working principle of releasing and adjustment of the settings that have been applied in the field, the method used in the transmission distance transmission channel analysis 150 KV KLATEN-PEDAN is to find the data source parameters, transformer parameters, and conductor cable. Using the ACSR conveying cable HAWK value of the impedance setting that is in the zone 1 = $3.14 + j 18.52 \Omega$, zone 2 = $10.21 + 18.52 \Omega$, zone 3 = $23.97 + j 43.46 \Omega$, using the ZEBRA ACSR delivery cable value of the obtained impedance value of the zone 1 = $0.38 + j 2.76 \Omega$, zone 2 = $1.24 + j 9.60 \Omega$, zone 3 = $2.91 + 21.13 \Omega$. Different impedance setting values for each use of the conductor cable require different distance sharing settings.

Keywords: distance protection, conductor, impedance, transmission

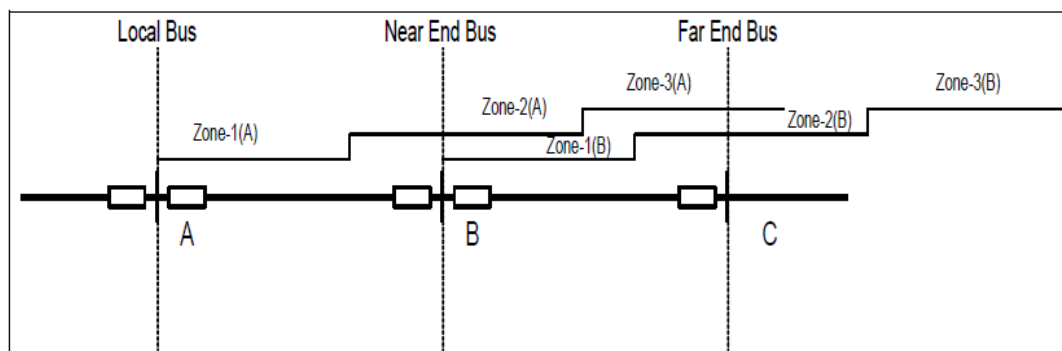
1. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah energi utama bagi penunjang kehidupan masyarakat saat ini, karena hampir semua peralatan yang disekitar kita pasti membutuhkan energi listrik. Energi listrik berasal dari beberapa pembangkit seperti PLTN, PLTA, PLTG, dan lain-lain.

Energi listrik yang sudah menjadi kebutuhan utama untuk memperlancar dan menunjang kehidupan, maka dalam proses penyaluran energi listrik dari sumber hingga menuju ke konsumen, penyaluran energi listrik harus sangat diperhatikan.

Sistem transmisi tenaga listrik merupakan bagian penting dari sebuah proses penyaluran tenaga listrik ke konsumen atau pelanggan. Sistem transmisi sendiri merupakan sistem dinamis kompleks yang parameter-parameter dan keadaan sistemnya berubah secara terus menerus (Azmi,2016). Dengan begitu sistem transmisi harus di rancang dengan memikirkan segala aspek seperti keamanan, keandalan dan ramah lingkungan tentunya. Pengaman utama (*main protection*) pada sistem transmisi itu sendiri adalah rele jarak (*distance relay*).

Rele jarak merupakan proteksi utama pada penghantar transmisi baik tegangan 150kV maupun 500kV. Rele ini bekerja dengan cara mengukur tegangan dan arus pada penghantar kemudian menghitung impedansinya (Andrian,2012). Rele ini bekerja dengan mengukur besaran nilai impedansi (Z) dan membagi menjadi beberapa daerah pengaman menjadi zona1, zona 2, dan zona 3 yang dilengkapi dengan teleproteksi (tp) sebagai upaya agar rele bekerja dengan cepat dan selektif dalam menangani gangguan yang terjadi pada saluran transmisi.



Gambar 1. Daerah perlindungan 3 zona rele jarak

Prinsip kerja rele jarak adalah mengukur tegangan pada titik relai dan arus gangguan dengan membagi besaran tegangan dan arus, maka impedansi sampai titik terjadinya gangguan dapat ditentukan. Perhitungan impedansi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Z_f = \frac{V_f}{I_f} \quad (1)$$

Z_f = impedansi gangguan (ohm)

V_f = tegangan gangguan (volt)

I_f = arus gangguan (ampere)

Setting rele jarak sangat berpengaruh pada kehandalan pengamanan rele jarak itu sendiri, dengan setting yang tidak tepat dapat mengakibatkan rele tidak berkerja secara maksimal dan bahkan dapat mengakibatkan rele gagal berfungsi, sehingga penanganan gangguan dapat memakan waktu lebih lama dan dapat menciptakan kerugian yang begitu besar. Oleh karena itu nilai setting rele jarak harus diperhatikan dengan benar sehingga rele dapat bekerja maksimal.

Perubahan setting rele jarak sendiri dilakukan semisal terjadi perubahan penghantar yang digunakan pada sistem transmisi. Penggantian penghantar sendiri dilakukan karena beberapa faktor seperti usia pemakaian penghantar, walau penghantar menggunakan material isolasi atau selubung pelindung yang tahan terhadap suhu tinggi, tahan terhadap kebakaran (*fire resistance*), serta memiliki kekuatan mekanis yang tinggi seiring berjalannya waktu yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, maka lambat laun isolasi kabel akan menjadi getas, keras, rapuh, dan mengalami kerusakan.

Tujuan dari penelitian untuk menganalisa bagaimana kinerja dari rele jarak dalam melindungi sistem transmisi dengan menggunakan kabel penghantar yang berbeda, mengamati gangguan yang terjadi pada tiap zona yang di proteksi dan menghitung nilai impedansi setting zona yang sesuai dengan kebutuhan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian sendiri dilakukan pada 30 mei 2017- 10 juni 2017. Pengambilan data bertempat di APP Salatiga. Untuk menyelesaikan tugas akhir melalui beberapa metode:

a) Study literatur

Dilakukan dengan membaca dari berbagai sumber yang mendukung dalam penyelesaian tugas akhir

b) Pengumpulan data

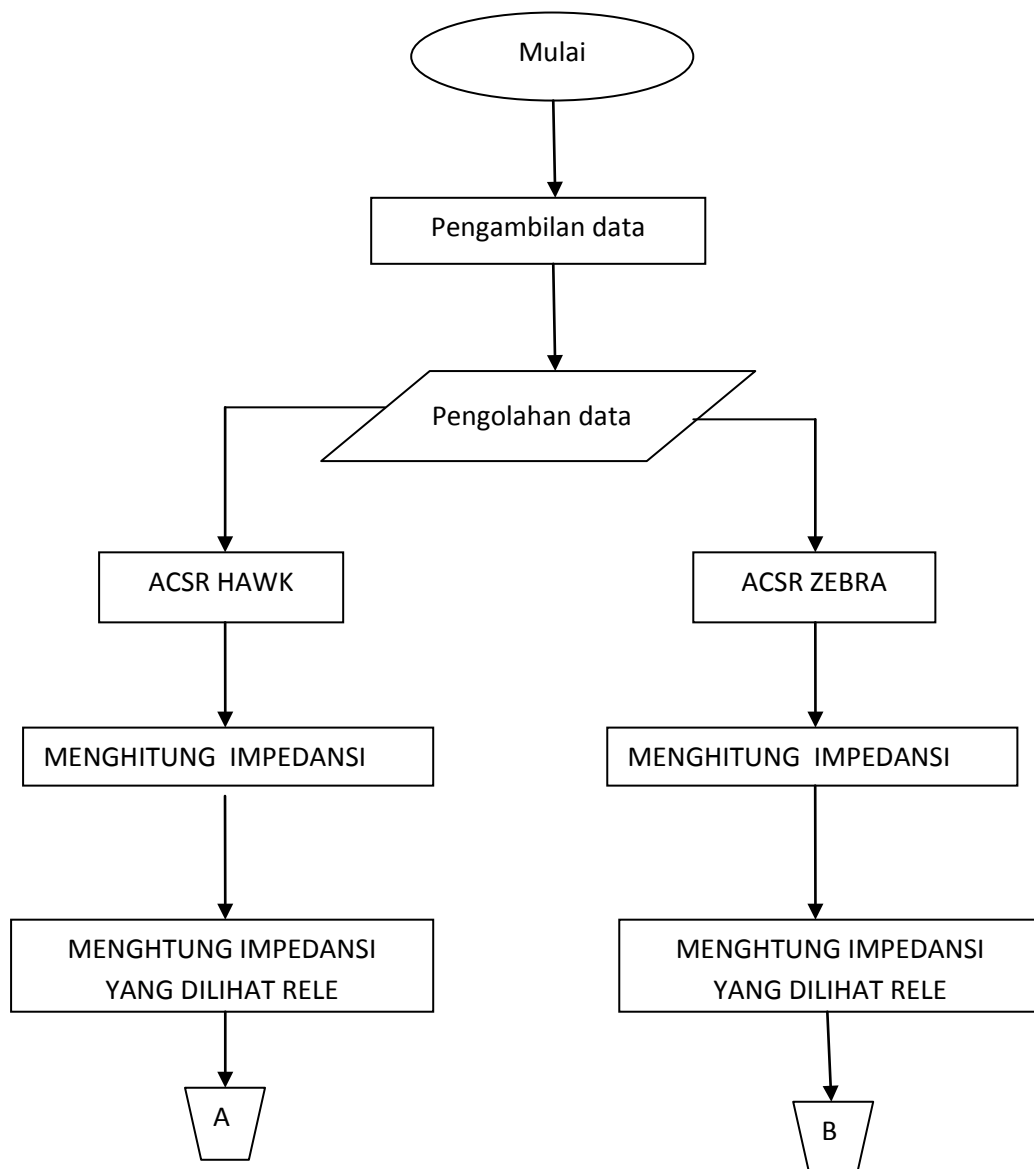
Melakukan pengambilan data pada sistem transmisi pada saluran gardu induk pedan-gardu induk klaten

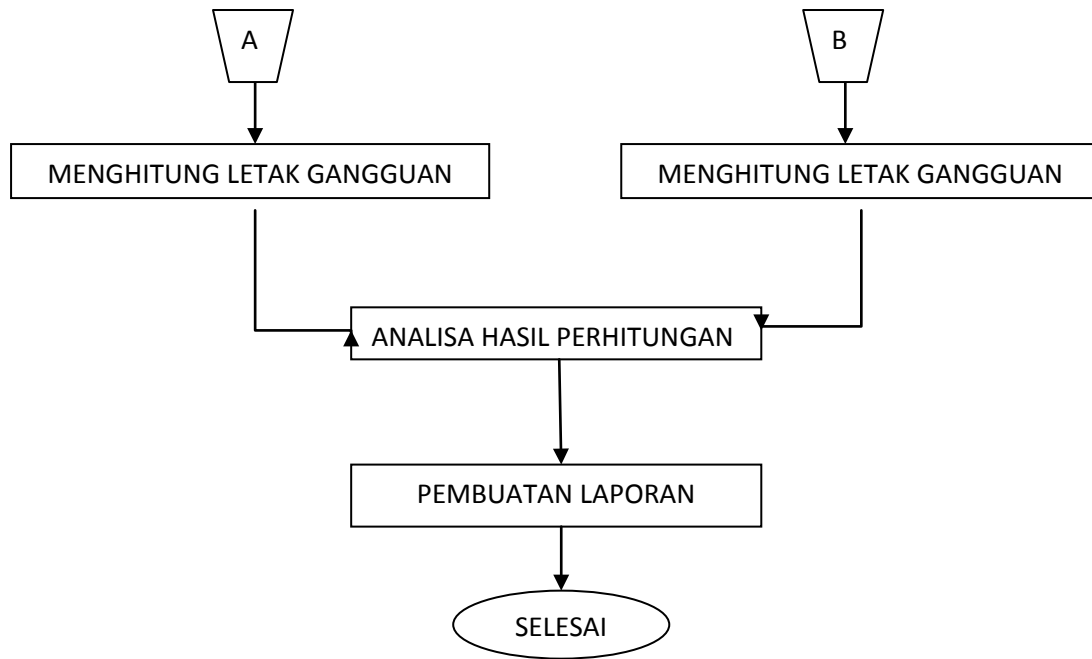
c) Analisa data

Menghitung dan memahami data yang diperoleh sehingga dapat memastikan sistem berjalan dengan baik

d) Kesimpulan

Membuat kesimpulan berupa hasil setting yang dibutuhkan pada sistem transmisi





Gambar 2. *Flowchart* penelitian

2.1 Perhitungan Zona Setting

a. Zona 1

Dengan mempertimbangkan kesalahan-kesalahan dari data yang diambil maka perlindungan zona 1 mencakup 80% dari keseluruhan panjang saluran yang dilindungi:

$$\text{zona 1} = 0.8 \times z_{L1} \quad (2)$$

z_{L1} = impedansi saluran yang diamankan (Ω)

Waktu kerja rele seketika yaitu $t = 0s$

b. Zona 2

Zona 2 sendiri melindungi sisa dari panjang transmisi yang tidak dilindungi pada zona 1:

$$\text{zona } 2_{max} = 0.8 (z_{L1} + 0.8 Z_{L2}) \quad (3)$$

Z_{L1} = nilai impedansi saluran yang diamankan (Ω)

z_{L2} = nilai impedansi saluran berikutnya (Ω)

Waktu kerja rele $t = 0.4s$

c. Zona 3

Mempertimbangkan sisa penghantar yang tidak dilindungi pada zona 1 dan 2, untuk zona 3 berlaku rumus:

$$\text{Zona } 3_{\text{Max}} = 1.2 (Z_{L1} + Z_{L2}) \quad (4)$$

Z_{L1} = nilai impedansi saluran yang diamankan (Ω)

Z_{L2} = nilai impedansi saluran berikutnya (Ω)

Waktu kerja rele $t = 1.6s$

3. Hasil perhitungan dan analisa

Hasil dari penelitian sistem transmisi KLATEN–PEDAN ini berupa nilai impedansi setting pada zona 1, zona 2, dan zona 3 dan juga melakukan perhitungan untuk melihat letak gangguan yang terjadi pada sistem transmisi yang dilindungi

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari APP Salatiga yaitu:

- a. Data rasio CT dan PT

CT = 1000:1

PT = 150,000:100

- b. Data parameter transformator daya

- c. Panjang penghantar saluran transmisi

GI pedan-GI klaten = 12.3801 km

GI klaten-GI bantul = 34.77 km

- d. Data kabel penghantar

Tabel 1: Data kabel ACSR HAWK

ITEM	URAIAN	SATUAN
Tipe	ACSR	-
Jenis	HAWK	-
Luas penampang	281	mm ²
Diameter	21	mm
Kapasitas	455	A
Impedansi	0.3178+J 0.5761	Ohm/km

Tabel 2 : Data kabel ACSR ZEBRA

ITEM	URAIAN	SATUAN
Tipe	ACSR	-
Jenis	ZEBRA	-
Luas penampang	484.5	mm ²
Diameter	56	mm
Kapasitas	1620	A
Impedansi	0.038+J 0.2807	Ohm/km

3.2 Perhitungan impedansi

Nilai impedansi panjang saluran sistem transmisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$ZL = \text{Panjang saluran} \times Z_{\text{Saluran}} \text{ per km} \quad (5)$$

- **ACSR HAWK**

Impedansi saluran GI pedan-GI klaten:

$$ZL_1 = 12.3801 \times (0.3178 + j 0.5761) \Omega$$

$$ZL_1 = 3.9343 + j 7.1321 \Omega$$

Impedansi saluran GI klaten-GI bantu

$$ZL_2 = 34.77 \times (0.3178 + j 0.5761) \Omega$$

$$ZL_2 = 11.0499 + j 20.0309 \Omega$$

- **ACSR ZEBRA**

Impedansi saluran GI klaten-GI bantu

$$ZL_1 = 12.3801 \times (0.0389 + j 0.2807) \Omega$$

$$ZL_1 = 0.4791 + j 3.4509 \Omega$$

Impedansi saluran GI klaten- GI bantu

$$ZL_2 = 34.77 \times (0.0389 + j 0.2807)$$

$$ZL_2 = 1.3455 + j 9.7599 \Omega$$

Penghitungan nilai impedansi tiap zona menggunakan persamaan 2, 3, dan 4 sebagai berikut:

3.2.1 zona 1

- **ACSR HAWK**

$$Z_1 = 0.8 \times (3.9343 + j 7.1321)$$

$$Z_1 = 3.14744 + j5.7056 \Omega$$

- **ACSR ZEBRA**

$$Z_1 = 0.8 \times (0.4791 + j 3.4509)$$

$$Z_1 = 0.38328 + j 2.76072 \Omega$$

Dengan jangkauan perlindungan zona 1 adalah $0.8 \times 12.2801 = 9.90408 \text{ km}$

Zona menggunakan waktu kerja yang instan karena sebagai pengaman utama $t = 0 \text{ s}$

3.2.2 zona 2

- **ACSR HAWK**

$$Z_2 = 0.8 \left((3.9343 + j 7.1321) + (0.8(11.0499 + j 20.0309)) \right)$$

$$Z_2 = 0.8 (12.77 + j 11.258)$$

$$Z_2 = 10.216 + j 18.525 \Omega$$

- **ACSR ZEBRA**

$$Z_2 = 0.8 \left((0.4791 + j 7.1321) + (0.8(1.3455 + j 9.7599)) \right)$$

$$Z_2 = 0.8 (1.555 + j 11.258)$$

$$Z_2 = 1.244 + j 9.6070 \Omega$$

Dengan jangkauan perlindungan zona 2 adalah

$$= 0.8(12.3801 + (0.8 \times 34.77))$$

$$= 32.1568 \text{ km}$$

Waktu kerja pada zona 2 lebih lama dari zona 1 yaitu $t = 0.4$

3.2.3 Zona 3

- **ACSR HAWK**

$$Z_3 = 1.6 \left((3.9343 + j 7.1321) + (11.0499 + j 20.0309) \right)$$

$$Z_3 = 23.97472 + j 43.4608 \Omega$$

- **ACSR ZEBRA**

$$Z_3 = 1.6 \left((0.4791 + j 3.4509) + (11.0499 + j 20.0309) \right)$$

$$Z_3 = 2.919 + j 21.13728 \Omega$$

Dengan jangkauan perlindungan pada zona 3 adalah

$$= 1.6 (12.3801 + 34.77)$$

$$= 75.4401 \text{ km}$$

Waktu kerja pada zona 3 dengan mempertimbangkan panjang perlindungan yang lebih dari zona 1 dan zona 2, maka waktu setting zona 3 yaitu $t = 1.6 \text{ s}$

Hasil perhitungan nilai setting pada zona 1 menggunakan penghantar ACSR HAWK nilai impedansi yang diperoleh sebesar $3.14744 + j 5.7056$, sedangkan menggunakan penghantar ACSR ZEBRA nilai impedansi yang diperoleh sebesar $0.38328 + j 2.76072$. Pada zona 2 dan 3 nilai impedansi juga menghasilkan nilai yang berbeda. Selisih dari penghitungan nilai setting impedansi yang didapatkan tiap zona antara kabel penghantar ACSR HAWK dan ACSR ZEBRA tinggi, agar rele jarak dapat bekerja secara maksimal dan tidak mengalami gangguan maka penyetingan ulang harus dilakukan menyesuaikan dengan nilai impedansi penghantar yang digunakan.

3.3 Impedansi yang dilihat rele

Nilai impedansi yang dapat dilihat oleh rele didapatkan dari persamaan sebagai berikut:

$$Z_{rele} = \frac{CT}{PT} \times Z_{zona} \quad (6)$$

Rasio CT = 1000:1 A

Rasio PT = 150,000:100 V

$$n = \frac{100/150000}{1/1000}$$

$$n = 0.66$$

Penghitungan pada zona 1 yang dilihat rele:

- ACSR HAWK
 $= 0.66 (3.14744 + j 5.7056)$
 $= 2.0773 + 3.7939\Omega$
- ACSR ZEBRA
 $= 0.66 (0.38328 + j 2.7602)$
 $= 0.2529 + j 1.821\Omega$

Penghitungan pada zona 2 yang dilihat rele:

- ACSR HAWK
 $= 0.66 (10.244 + j 18.525)$
 $= 6.742 + j 12.2265\Omega$
- ACSR ZEBRA
 $= 0.66 (1.244 + j 9.6070)$
 $= 0.821 + j 5.944\Omega$

Penghitungan pada zona 3 yang dilihat rele:

- ACSR HAWK
 $= 0.66 (23.9742 + j 43.4608)$

$$= 15.8229 + j 28.684\Omega$$

- **ACSR ZEBRA**

$$= 0.66 (2.919 + j 21.13728)$$

$$= 1.926 + j 13.950\Omega$$

Penghitungan impedansi tiap zona yang dilihat rele menunjukkan perbedaan antara penghantar ACSR HAWK dan ACSR ZEBRA, pada zona 1 impedansi yang dilihat oleh rele menggunakan penghantar ACSR HAWK nilai impedansi yang didapat sebesar $2.0773 + 3.7939j$, menggunakan penghantar ACSR ZEBRA sebesar $0.2529 + j 1.821$. Perbedaan impedansi pada setiap jenis penghantar berbeda sehingga berpengaruh pada nilai impedansi yang dilihat oleh rele.

3.4 Menentukan letak gangguan

Dengan nilai impedansi yang dibaca oleh rele, gangguan pada sistem transmisi diamankan oleh rele jarak tergantung oleh letak dan seberapa jauh gangguan dari rele jarak yang terpasang, maka letak gangguan pada sistem transmisi dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{jarak gangguan} = \frac{\text{impedansi yang dibaca oleh rele} \times \frac{CT}{PT} \times L_1}{ZL_1} \quad (7)$$

Contoh penghitungan :

ACSR HAWK

a. 0.5Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{0.5 \frac{150000}{100} 12.3801}{3.9343 + j 7.1321} = 0.55 \text{ km}$$

b. 1.5Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{1.5 \frac{150000}{100} 12.3801}{3.9343 + j 7.1321} = 1.65 \text{ km}$$

c. 2Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{2 \frac{150000}{100} 12.3801}{3.9343 + j 7.1321} = 2.20 \text{ km}$$

d. 3Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{3 \frac{150000}{100} 12.3801}{3.9343 + j 7.1321} = 3.30 \text{ km}$$

Tabel 3. Pembacaan gangguan sebesar 0.5Ω sampai 3Ω

Impedansi gangguan (Ω)	Letak gangguan
0.5	0.55 km
1	1.10 km
1.5	1.65 km
2	2.20 km
2.5	2.75 km
3	3.30 km

ACSR ZEBRA

a. 0.5Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{0.5 \frac{150000}{100} 12.3801}{0.4791 + 3.4509} = 0.36 \text{ km}$$

b. 1.5Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{1.5 \frac{150000}{100} 12.3801}{0.4791 + 3.4509} = 1.73 \text{ km}$$

c. 2Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{2 \frac{150000}{100} 12.3801}{0.4791 + 3.4509} = 1.46 \text{ km}$$

d. 3Ω

$$\text{letak gangguan} = \frac{2 \frac{150000}{100} 12.3801}{0.4791 + 3.4509} = 2.19 \text{ km}$$

Tabel 4. Pembacaan gangguan sebesar 0.5 Ω sampai 3 Ω

Impedansi gangguan (Ω)	Letak gangguan
0.5	0.36 km
1	0.73 km
1.5	1.09 km
2	1.46 km
2.5	1.83 km
3	2.19 km

Hasil penghitungan letak gangguan antara penghantar ACSR HAWK dan ACSR ZEBRA berbeda. Dengan impedansi yang sama namun tetap menunjukan letak gangguan yang berbeda. Contoh nilai impedansi gangguan 2 letak gangguan pada penghantar ACSR HAWK berada di jarak 2.29 km, letak gangguan pada ACSR ZEBRA dengan menggunakan nilai impedansi yang sama berada pada 1.46km. Impedansi gangguan dengan letak gangguan berbanding lurus, jika impedansi gangguan naik maka letak gangguan juga naik begitupun sebaliknya.

4. PENUTUP

Hasil dari penelitian rele jarak KLATEN-PEDAN dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sistem transmisi tenaga listrik bagian terpenting pada proses penyaluran energi listrik dari pembangkit menuju ke konsumen, oleh sebab itu sistem pengamanan pada sistem transmisi harus diperhatikan keandalannya.
2. Rele jarak digunakan sebagai pengaman utama (main protection) pada SUTT 150kv dan memiliki 3 jangkauan pengaman yaitu zona 1, zona 2, dan zona 3.
3. Nilai setting sangat berpengaruh pada performa rele jarak. Dengan setting yang tidak tepat dapat mengakibatkan rele gagal berfungsi.
4. Penghitungan nilai impedansi tiap zona pada saluran transmisi PEDAN- KLATEN dengan menggunakan kabel penghantar yang berbeda menunjukan hasil yang berbeda

Jenis	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
ACSR HAWK	3.14+j 5.70	10.21+j 18.52	23.97 +j 43.46
ACSR ZEBRA	0.38+j 2.76	1.24 +j 9.60	2.91 +j 21.13

5. Tiap perubahan penghantar yang digunakan,, penyetingan ulang harus dilakukan agar rele jarak dapat bekerja secara optimal

Persantunan

Dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini tidak semata hanya penulis sendiri, dengan segala motivasi dan dukungan dari berbagai pihak yang diberikan dalam penyusunan laporan tugas akhir. Penulisan dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini
2. Orang tua yang telah memberi kepercayaan, materi, dan dukungan selama ini sehingga proses penyusunan laporan berjalan lancar.
3. Semua keluarga keluarga yang tanpa mereka sadari telah memberi semangat.
4. Bapak Aris Budiman, ST.MT selaku pembimbing tugas akhir, dengan ilmu dan nasihatnya sehingga dapat selesai laporan tugas akhir ini.
5. Dosen teknik elektro yang telah memberi ilmu selama perkuliahan
6. Pak leo dan mbak tyas dari APP Salatiga yang telah membantu dalam proses pengambilan data
7. Teman-teman seperjuangan mahasiswa teknik elektro angkatan 2013
8. Teman satu kontrakan yang telah saling mengingatkan satu sama lain
9. Barisan para mantan dan gebetan yang telah menemani dalam masa perkuliahan

Daftar pustaka

1. Jamaah, A. (2014). Evaluasi *Setting Rele Jarak Gardu Induk Ungaram Jaringan 150kV Arah Krapyak-2. Tugas Akhir*. Politeknik negeri semarang. Semarang.
2. Hamdadi, A. (2014). *Analisa Dan Pengaturan Ulang Relai Jarak Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 KV Keramasan – Bukit Asam* . Tugas Akhir. Universitas sriwijaya. Palembang
3. Juliansyah, A. (2015). *Analisa Keandalan Relai Jarak Sebagai Pengaman Utama Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 70 KV Di Gardu Induk Boombaru – Seduduk Putih*. Tugas Akhir . politeknik negeri sriwijaya . palembang..
4. Hadiananto, A.B . (2016). *Studi Perhitungan Relay Jarak Pada Saluran Double Circuit Dengan Single Conductor Atara GI KAPAL - GI PEMECUTAN KELOD Menggunakan Artifical Neural Network (ANN)*. Tugas akhir. Universitas udayana. Bali